

Elementos chave para um processo de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio: um estudo de caso com projetos envolvendo produtores rurais

Key elements for a diffusion process of 4.0 technologies in agribusiness: a case study with projects involving farmers

Isabela Mendes Gaya Lopes dos Santos

Universidade de São Paulo - USP

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI

isabelagaya@gmail.com

Ana Sofia Brito Peixoto

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI

ana.peixoto@abdi.com.br

Grupo de Trabalho (GT): GT8. Conhecimentos, tecnologias e inovações no rural

Resumo

As tecnologias 4.0 envolvem um conjunto de equipamentos e aplicações tecnológicas que permitem a fusão do mundo físico e digital, como a inteligência artificial (IA), a internet das coisas (IOT), robótica, visão computacional, entre outras. Atualmente, essas tecnologias já vêm sendo adotadas em diversos setores, como é o caso do setor agropecuário e representam um alto potencial para permitir o desenvolvimento do setor, remodelar significativamente as cadeias de valor e contribuir para sistemas alimentares mais produtivos, resilientes e transparentes. No Brasil, a tecnologia tem tido um papel fundamental na agricultura e explica, em grande parte, a evolução da produtividade. No entanto, a ampliação da adoção de tecnologias 4.0 no campo ainda é um desafio e depende de uma série de fatores e condicionantes. Este artigo teve o objetivo de identificar elementos chave em um processo de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio. Para sua elaboração, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, além de entrevistas com atores envolvidos em projetos de adoção de tecnologias 4.0 do Programa Agro 4.0, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. A partir das informações levantadas, foi possível elaborar um quadro com principais elementos de entradas, etapas e saídas para este processo.

Palavras-chave: tecnologias 4.0; agro 4.0; difusão de tecnologias; adoção de tecnologias.

Abstract

4.0 technologies involve a set of equipment and technological applications that allow the fusion of the physical and digital world, such as artificial intelligence (AI), the internet of things (IOT), robotics, computer vision, among others. Currently, these technologies have already been adopted in several sectors, such as the agricultural sector, and represent a high potential to allow the development of the sector, significantly remodel value chains and contribute to more productive, resilient and transparent food systems. In Brazil, technology has played a fundamental role in agriculture and largely explains the evolution of productivity. However, expanding the adoption of 4.0 technologies in the field is still a challenge and depends on a series of factors and constraints. This article aimed to identify key elements in a process of diffusion of 4.0 technologies in agribusiness. For its elaboration, a bibliographical research was carried out, in addition to interviews with actors involved in projects of adoption of 4.0 technologies of the Agro 4.0 Program, of the Brazilian Agency for Industrial Development – ABDI. From the information collected, it was possible to elaborate a scenario with the main elements of inputs, steps and outputs for this process.

Key words: 4.0 technologies; agro 4.0; diffusion of technologies; adoption of technologies.

1. Introdução

As tecnologias 4.0 envolvem um conjunto de equipamentos e aplicações tecnológicas que permitem a fusão do mundo físico e digital, como a inteligência artificial (IA), a internet das coisas (IOT), robótica, visão computacional, entre outras. Sua aplicação no setor produtivo se iniciou com o conceito da Indústria 4.0, um movimento que teve origem na Alemanha por volta de 2011, para a indústria de transformação. Atualmente, essas tecnologias já vêm sendo adotadas em diversos setores, como é o caso do setor agropecuário.

As tecnologias 4.0 têm um alto potencial para permitir o desenvolvimento do setor agrícola, remodelar significativamente as cadeias de valor e contribuir muito para sistemas alimentares mais produtivos, resilientes e transparentes (FAO, 2009).

O setor agropecuário tem grande relevância econômica para o Brasil, representando quase 30% do Produto Interno Bruto – PIB em 2021 (CEPEA/CNA, 2022). Apesar da relevância do Brasil no mercado global de alimentos, ainda existem grandes oportunidades de aumento da eficiência do processo produtivo por meio de produtividade, garantindo sua sustentabilidade. Segundo dados da FAO (2009), estima-se que a demanda mundial por alimentos aumentará em até 70% até 2050, o que traz ainda mais desafios para o país.

A tecnologia tem tido um papel fundamental na agricultura e explica, em grande parte, a evolução da produtividade. No período entre 1975 e 2015, os avanços tecnológicos foram responsáveis por 59% do crescimento do valor bruto da produção agrícola, enquanto o trabalho respondeu por 25% e a terra por 16% (EMBRAPA1, 2018).

No entanto, no que diz respeito às tecnologias de agricultura de precisão, uma pesquisa realizada recentemente apontou que cerca de 50% dos agricultores adotam ou estão dispostos a adotar tecnologias agrícolas para suas operações (McKinsey1, 2022), mostrando que ainda há um grande público que ainda não adota ou considera este tipo de tecnologia em seu processo produtivo.

A ampliação da adoção de tecnologias 4.0 no setor agropecuário depende de uma série de fatores e condicionantes, sendo alguns dos principais gargalos o custo elevado de implementação, a falta de infraestrutura e a falta de entendimento e conhecimento dos potenciais da ferramenta (EMBRAPA2, 2020; ABDI1, 2021; McKinsey2, 2021).

Um outro aspecto importante para a ampliação da adoção destas tecnologias, é o processo de difusão. Segundo Rogers (2003), difusão de tecnologia é "o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais durante o tempo para os membros de um sistema social".

Este artigo tem o propósito de compartilhar o resultado de uma pesquisa realizada para identificar elementos chave em um processo de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio, considerando uma pesquisa bibliográfica, além de entrevistas realizadas com atores envolvidos em projetos de adoção de tecnologias 4.0 do Programa Agro 4.0, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI.

2. Revisão de literatura

2.1. Difusão de tecnologias

Segundo Rogers (2003), a difusão é o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre os membros de uma rede social sistema. A definição implica em eventos de comunicação em que se desenvolve uma convergência, a partir da troca de informações entre indivíduos.

No que diz respeito à inovação tecnológica, esta cria um tipo de incerteza para os potenciais adotantes (sobre suas consequências esperadas), no entanto, representa uma

oportunidade de ganhos com a obtenção de melhoria e/ou desenvolvimento de novos produtos, processos e modelos de negócio, que podem levar a resolução de uma necessidade ou problema percebido.

Acontece que estas oportunidades e vantagem oferecem uma motivação para se experimentar e empreender esforços na inovação. Uma vez que se ampliam as informações necessárias para se desenvolver a inovação, reduzem-se as incertezas na sua adoção e nas consequências esperadas, dependendo do nível de tolerância de um indivíduo e de uma organização. O processo de decisão da inovação é uma atividade que envolve a busca e o processamento de informações em que o indivíduo ou organização é motivada a reduzir a incerteza sobre as vantagens e desvantagens da sua adoção.

Assim, Rogers (2003) conceituou o processo de difusão de tecnologias (inovação) em cinco passos, sendo eles: a) conhecimento, b) persuasão, c) decisão, d) implementação e e) confirmação, em que um indivíduo (ou outra unidade de tomada de decisão) passa desde o primeiro conhecimento de uma inovação para a formação de uma atitude em relação à inovação, para uma decisão de adotar ou rejeitar, seguida da implementação da nova ideia e da confirmação dessa decisão.

Vale ressaltar que perfis diferentes de indivíduos e organizações assumem comportamentos diferentes em relação à adoção de novas tecnologias. Segundo Moore (2021) descreve um modelo de entrada de qualquer novo produto de tecnologia no mercado, baseado nos tipos de consumidores que se atrai durante a sua vida útil, que são os a) inovadores, b) visionários, c) maioria inicial, d) maioria tardia e e) retardatários.

Segundo o autor, alguns consumidores são pioneiros e querem ser os primeiros a adquirir uma novidade, outros mais receosos e preferem esperar que o produto seja utilizado em larga escala antes de decidir pelo uso, além de haver os mais tradicionais que só adotam a tecnologia se realmente não tiver escapatória. Assim, estes perfis devem ser avaliados, dentro da estratégia de difusão e de adoção de tecnologias.

2.2. Condicionantes para a adoção de tecnologias

A tecnologia possui um papel importante, historicamente, no aumento de produtividade na agricultura e tem sido fator importante na determinação do desempenho das organizações. No entanto, a difusão de tecnologia não acontece na mesma velocidade e intensidade entre os diferentes produtores e regiões. As condicionantes para a adoção de tecnologias tem sido uma questão discutida e um problema de pesquisa de diversos autores, há alguns anos.

Griliches (1957), estudou um modelo que descreve a adoção e a difusão do milho híbrido entre os produtores dos Estados Unidos. A ideia central de seu estudo foi de que a velocidade de adoção do milho híbrido dependeria essencialmente de variáveis econômicas e muito pouco de variáveis sociais. Ele identificou que o principal determinante da difusão do milho híbrido entre os produtores foi a expectativa de lucratividade com a incorporação da inovação.

Souza et. al (2011) apresentaram uma revisão de literatura identificando quatro conjuntos de fatores que estão relacionados com a decisão e adoção de tecnologia: a) condições socioeconômicas e características do produtor; b) características da produção e da propriedade rural; c) características da tecnologia; d) fatores sistêmicos. Os autores ressaltam a importância de se entender e desenhar ações que considerem as diferentes configurações técnicas, sociais e econômicas das comunidades.

Ihring (2020), realizou um estudo que buscou avaliar a prontidão digital das empresas alimentícias húngaras, levando em consideração os subsetores e tamanho da empresa. Ele elencou um conjunto de dimensões para avaliação, como: conectividade, capital humano, uso

da internet de serviços, integração das tecnologias digitais e acesso aos serviços digitais públicos. Ele identificou que a taxa de conectividade de rede das empresas alimentícias húngaras tem um impacto significativo sobre a digitalização de empresas e a integração de tecnologia digital dentro da empresa.

Já o Banco Mundial (2021), realizou uma análise da adoção de tecnologias por empresas no Ceará. Além de mapear os gargalos em alguns setores, como Agricultura, eles relacionaram o grau de uso de tecnologias com alguns fatores ambientais, como tamanho da empresa, setor, serviços e empregados.

Conforme descrito anteriormente, alguns estudos têm sido realizados no setor agropecuário no Brasil para se identificar também alguns dos principais gargalos para a adoção de tecnologias digitais, sendo que os achados levam para questões como falta de cultura, altos custos de implementação e falta de infraestrutura (EMBRAPA2, 2021; ABDI1, 2021; McKinsey2, 2021).

2.3. Segmentação de mercado

A segmentação de mercado tem sido definida como uma estratégia de fundamental importância para o sucesso das empresas, para melhor identificar o público-alvo de suas ações. Segundo Kotler (2002), um segmento de mercado consiste em um grande grupo que é identificado a partir de suas preferências, poder de compra, localização geográfica, atitudes de compra e hábitos de compra similares. O processo de divisão de um mercado em segmentos ou grupos significativos, relativamente homogêneos e identificáveis, é chamado segmentação de mercado.

Para Lamb (2004), segmento de mercado é um subgrupo de pessoas ou organizações que compartilham uma ou mais características e que tenham as mesmas necessidades de produtos.

A segmentação de mercado é uma ferramenta que pode ajudar as instituições a identificar os seus diferentes tipos de perfis de clientes e elaborar uma estratégia considerando as diferentes características dos grupos, entendendo que há uma oportunidade de se fazer ações diferenciadas, baseadas nas necessidades e desafios de cada perfil.

Segundo Kotler (2002), a segmentação de mercado é realizada das seguintes formas: a) segmentação geográfica, que requer a divisão do mercado em diferentes unidades geográficas, como nações, estados, regiões, condados, cidades ou bairros; b) segmentação demográfica, em que o mercado é dividido em grupos de variáveis básicas, como idade, tamanho da família, ciclo de vida da família, sexo, rendimentos, ocupação, nível de instrução, religião, raça, geração, nacionalidade e classe social; c) segmentação psicografia, considerando que os clientes são divididos em diferentes grupos, com base em seu estilo de vida, sua personalidade e seus valores; e a d) segmentação comportamental, em que os clientes são divididos em grupos com base em seus conhecimentos de um produto, em sua atitude com relação a ele, no uso dele ou na resposta a ele.

Segundo o autor, a análise de mercado deve ser multi-atributos, em que não se deve levar em consideração apenas um segmento de mercado, mas sim uma combinação de diversas variáveis, para se tentar identificar grupos-alvo pequenos e mais definidos.

A pesquisa de mercado pode ser um dos instrumentos para ajudar na análise de mercado, uma vez que ela pode identificar as características e as necessidades dos clientes, ajudando na incorporação de produtos e serviços diferenciados. Hoje em dia, existem metodologias que ajudam nestas pesquisas, por exemplo, avaliando o mercado endereçável (mercado total para a ideia em nível nacional ou mundial), aproveitável (ex.: mercado de alcance geográfico e de

logística viável) e alcançável (ex.: mercado acessível, considerando a concorrência, a distribuição e os canais de vendas viáveis).

2.4. Etapas para o desenvolvimento de clientes

O *Customer Development* – Desenvolvimento de Clientes é uma metodologia discutida e aplicada atualmente por empresas, especialmente startups e preconiza a elaboração de modelos de negócios voltados à necessidade real do cliente, diminuindo o risco do produto não ser aceito no mercado (Blank, 2015). Segundo o autor, o processo se divide em quatro etapas: a) descoberta de clientes, b) validação pelo cliente, c) geração de demanda e d) estruturação do negócio.

No processo de descoberta de clientes, o foco é na identificação dos consumidores do produto e na verificação do problema pelo cliente. Na etapa de validação, o propósito é construir um mapa de vendas replicável e realizar as primeiras vendas. A partir de então, realiza-se a etapa de geração da demanda pelos usuários finais, conduzindo-os para o canal de vendas da empresa, e a etapa de estruturação do negócio, em que se dá a estruturação dos departamentos formais da empresa.

Aqui vale ressaltar o passo a passo do processo de descoberta de cliente, que inclui ações como a definição e validação de hipóteses de problema e de solução, em relação ao produto que se pretende vender. Também vale ressaltar a importância da definição e definição dos canais de distribuição do produto.

Os canais de distribuição são a trajetória seguida pelo produto desde sua origem até chegar ao consumidor final. Para se selecionar um canal de venda, é importante considerar se adiciona valor à venda, os preços e a complexidade do projeto e se já faz parte da prática e costume do cliente.

Para evoluir em um plano de canal, é importante identificar os atores e a estrutura existente entre uma empresa e os clientes (cadeia), para entender de que forma o produto pode chegar até o consumidor, identificar os custos de distribuição do produto, considerando a estrutura e os atores mapeados e o formato de gestão deste canal. Um plano de canal de distribuição pode ajudar a criar processos de venda replicável e escalável (Blank, 2015).

3. Metodologia

O objetivo do artigo foi identificar elementos chaves em um processo de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio. Para isso, a pesquisa foi realizada em algumas etapas. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para mapear referências, temáticas e elementos relacionados ao processo de difusão de tecnologias. As principais informações estão descritas na seção de “Revisão de Literatura”.

O mapeamento foi realizado considerando cinco principais temáticas: a) o processo de difusão de tecnologias, de forma a identificar na literatura principais etapas para este processo; b) o ciclo de vida da adoção de tecnologias, de forma a identificar os perfis dos consumidores e público-alvo do processo de adoção; c) as condicionantes para a adoção de tecnologias, como fatores críticos a serem considerados num processo de difusão, assim como as d) principais dificuldades de adoção de tecnologias digitais no Brasil, além da identificação de e) metodologias de segmentação de mercado e desenvolvimento de clientes, que podem servir de apoio ao processo de difusão.

Abaixo, foram consolidados os elementos chaves das principais temáticas identificadas (tabela 1):

Tabela 1: elementos identificados na literatura.

Temáticas	Elementos identificados	Fontes
a) processo de difusão de tecnologias	a) conhecimento, b) persuasão, c) decisão, d) implementação e e) confirmação.	Rogers (2003)
b) ciclo de vida da adoção de tecnologias (perfis)	a) inovadores, b) visionários, c) maioria inicial, d) maioria tardia e e) retardatários.	Moore (2021)
c) condicionantes para a adoção de tecnologias	expectativa de lucratividade com a incorporação da inovação.	Griliches (1957)
	a) condições socioeconômicas e características do produtor; b) características da produção e da propriedade rural; c) características da tecnologia; d) fatores sistêmicos.	Souza et. al (2011)
	a) conectividade, b) capital humano, c) uso da internet de serviços, d) integração das tecnologias digitais e e) acesso aos serviços digitais públicos.	Ihring (2020)
	a) como tamanho da empresa, b) setor, c) serviços e d) empregados.	Banco Mundial (2021)
d) principais dificuldades de adoção de tecnologias digitais no Brasil	a) valor do investimento na aquisição de máquinas, equipamentos e aplicativos; b) problemas ou falta de conexão em áreas rurais; c) valor para contratação de prestadores de serviços especializados; d) falta de conhecimento sobre quais as tecnologias mais apropriadas (40,9% dos entrevistados).	Embrapa2 (2020)
	a) falta de infraestrutura; b) falta de recursos financeiros pelo produtor; c) dificuldade em calcular o retorno do investimento das soluções; d) falta de capacitação técnica da mão-de-obra de operação das fazendas/indústrias; e) falta da cultura de gestão na fazenda/agroindústria; f) dificuldade de acesso a soluções simples, de custo acessível e que atendam às necessidades; g) mudanças significativas no processo produtivo; h) biscoito da mudança.	ABDI1 (2021)
	a) altos custos; b) falta de infraestrutura; c) falta de entendimento; d) falta de entendimento sobre o assunto; e) falta de alternativas; f) prazos de negociação mais longos.	McKinsey2 (2021)
e1) segmentação de mercado	a) geográfica; b) demográfica; c) psicográfica; d) comportamental	Kotler (2002)



e2) desenvolvimento de clientes	a) descoberta de clientes (que envolve as ações de validação de hipóteses de problema e de solução/produto e definição de um plano de canais de distribuição)), b) validação pelo cliente, c) geração de demanda e d) estruturação do negócio.	Blank (2015)
---------------------------------	--	--------------

A partir de então, foi realizada uma pesquisa de campo com atores envolvidos com os oito projetos de adoção e de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio do Programa Agro 4.0.

O Programa Agro 4.0 é uma iniciativa da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI e parceiros e visa estimular e fomentar o uso de tecnologias 4.0 no agronegócio, por meio de editais, eventos, encontros, informações e demais ações focadas em aumento de eficiência, de produtividade e redução de custos.

O segundo edital do Programa, selecionou 8 projetos com o propósito de acompanhar a implantação de tecnologias 4.0 no processo produtivo. O processo de seleção seguiu os critérios do edital e foram realizados por uma banca de especialistas no Brasil.

Os projetos foram compostos por, no mínimo, um produtor que tinha o papel de adotar uma tecnologia 4.0 em seu processo produtivo, um ou mais fornecedores de tecnologia com a função de implantar a solução e um ambiente de inovação, para fazer a integração dos atores e difusão dos conhecimentos obtidos com a implantação da tecnologia, na prática.

Os projetos foram realizados em território brasileiro, sendo que todos envolviam a adoção de pelo menos uma tecnologia 4.0 em seu processo produtivo, sendo que as principais tecnologias escolhidas pelos projetos desenvolvidos foram: Sensoriamento Remoto (38%), Visão Computacional (25%), IOT, IA e *Analytics* (13%).

Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com os principais atores envolvidos com estes projetos, com o propósito de identificar se os elementos identificados para o processo de difusão faziam sentido para o setor, considerando suas realidades e possíveis estratégias para a realização de difusão nos projetos. As informações coletadas foram consolidadas e as sugestões consideradas na etapa seguinte.

4. Análise

A partir da pesquisa bibliográfica e das entrevistas realizadas com atores envolvidos nos projetos de adoção de tecnologias 4.0 no agronegócio, foi possível consolidar um quadro representando alguns dos elementos chaves no processo de difusão de tecnologias, conforme abaixo (figura 1).

Figura 1: elementos para um processo de difusão de tecnologias 4.0.

ELEMENTOS PARA UM PROCESSO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS

ENTRADAS:

- Informações sobre condicionantes para a adoção de tecnologias	- Metodologias e dados de segmentação de mercado (demográfico, comportamental, geográfico, psicográfico), desenvolvimento de clientes e pesquisa de mercado, canais de distribuição, entre outras
- Perfis de adoção de tecnologia	- Jornada de adoção de tecnologias 4.0
- Principais dificuldades de adoção de tecnologias digitais	- Demais informações setoriais e metodologias de prospecção, análise e implantação

ETAPAS:

Etapas de difusão de tecnologia

Conhecimento	Avaliação/ Persuasão	Decisão	Implantação/ Customização	Confirmação
--------------	-------------------------	---------	------------------------------	-------------

SAÍDAS:

Conhecimento sobre as tecnologias digitais (ex.: capacitações, publicações, eventos, demonstrações, exposições)	Informações sobre as soluções e parceiros detalhadas	Solução avaliada e parcerias efetivadas	Jornada de adoção de tecnologias 4.0 realizada	Divulgação e plano de escala
---	--	---	--	------------------------------

Foram identificadas algumas entradas e requisitos que são elementos chaves para um processo de difusão de tecnologias, são eles:

- informações sobre condicionantes para a adoção de tecnologias (ex.: condições socioeconômicas dos produtores, características da produção e da propriedade, características da tecnologia, fatores sistêmicos, expectativa de lucratividade) (Griliches (1957), Souza et. al (2011), Ihring (2020), Banco Mundial (2021)).
- perfis de adoção de tecnologia (inovadores, visionários, maioria inicial, maioria tardia e retardatário) (MOORE, 2021).
- principais dificuldades de adoção de tecnologias digitais (ex.: pesquisas EMBPAPA2 (2021), ABDI1 (2021) e McKinsey2 (2021)).
- metodologias e dados de segmentação de mercado (demográfico - idade, tamanho da família, ciclo de vida da família, sexo, rendimentos, ocupação, nível de instrução, religião, raça, geração, nacionalidade e classe social; comportamental - conhecimentos sobre o produto, atitudes, uso e resposta; geográfico - nações, estados, regiões, condados, cidades ou bairros; psicográfico – baseado no estilo de vida, sua personalidade e seus valores;), desenvolvimento de clientes e pesquisa de mercado, canais de distribuição, entre outras (ex.: Kotler (2002) e Blank (2015)).
- jornada de adoção de tecnologias 4.0 (considerando a trajetória de implantação da solução, que pode ir desde o diagnóstico, otimização de processos, prospecção, customização, piloto, escala, manutenção e monitoramento (ABDI2, 2022)).
- demais informações setoriais e de metodologias/ferramentas de prospecção, análise e implantação.

Nas etapas de difusão de tecnologia, levou-se em consideração os processos preconizados por Rogers (2003), incluindo sugestões discutidas no âmbito das entrevistas realizadas. São eles:

- conhecimento: nesta fase, é o momento em que o produtor rural toma conhecimento sobre as soluções e tecnologias 4.0 de uma forma breve e rápida.



- avaliação/persuasão: esta é a fase de persuasão para a compra. Entende-se que, neste momento, o produtor rural tenha informações mais detalhadas sobre a solução identificada, fazendo contatos com parceiros em potencial.
- decisão: este é o momento de convencimento. Assim, entende-se que o produtor precisa ter todas as informações sobre a justificativa, escopo, requisitos e benefícios da solução, jornada de adoção, preços, canais de acesso, entre outras informações.
- implantação/customização: esta é a etapa de adoção da tecnologia. Entende-se a importância de acompanhamento da jornada de implementação, bem como a avaliação se a solução está resolvendo a necessidade do produtor.
- confirmação: nesta etapa, se realiza a avaliação de atingimento dos resultados esperados, em que o produtor avalia um plano de escala e realiza o compartilhamento da inovação.

Como saídas do processo, também foram consideradas as informações dos processos preconizados por Rogers (2003), incluindo sugestões discutidas no âmbito das entrevistas realizadas. Assim, tem-se:

- conhecimento sobre as tecnologias digitais (ex.: capacitações, publicações, eventos, demonstrações, exposições): este conhecimento geralmente é obtido por meio dos eventos mencionados. Uma avaliação de canais de distribuição é importante para que se avalie qual a melhor estratégia de chegada da informação aos produtores rurais.
- informações sobre as soluções e parceiros detalhadas: provenientes do processo de avaliação de soluções pelos produtores. Em muitos casos, pode envolver a visita de fornecedores, o compartilhamento de dados entre produtores e cooperativas e testes de demonstrações.
- solução avaliadas e parcerias efetivadas: a partir da obtenção de informações detalhadas de justificativa, escopo, requisitos e benefícios da solução, jornada de adoção, preços, canais de acesso, entre outras informações, o produtor faz uma avaliação da inovação, decide e efetiva a(s) parceria(s) para a implantação.
- jornada de adoção de tecnologias 4.0 realizada: a saída principal aqui é a tecnologia adotada, a partir da jornada de implantação, com indicadores de resultados e as lições aprendidas do processo de adoção.
- divulgação e plano de escala: a partir do momento que a solução atende às expectativas iniciais, tem-se a inovação compartilhada com demais produtores e instituições, além da discussão de um plano de escala.

Assim, foram listados alguns dos principais elementos identificados a partir do levantamento bibliográfico e das entrevistas realizadas com atores de projetos de adoção de tecnologias 4.0.

Do ponto de vista do produtor rural, o processo traz luz sobre um passo a passo que pode auxiliar em seu processo de prospecção, análise e implementação de novas tecnologias. Do ponto de vista de instituições e fornecedores, traz pontos que devem ser considerados para se pensar em uma estratégia de disseminação, tendo em vista o interesse na ampliação das adoções.

Ressalta-se que são instrumentos que também podem ser levados em consideração por cooperativas e associações, além de instituições governamentais, em definir seus planos de atuação, considerando os benefícios que podem ser trazidos em termos de aumento de produtividade, de eficiência e de sustentabilidade, com a ampliação do uso de tecnologias digitais no campo.

5. Conclusão

Este artigo teve como propósito a identificação de elementos chave em um processo de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio. Para sua elaboração, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, além de entrevistas com atores envolvidos em projetos de adoção de tecnologias 4.0 do Programa Agro 4.0, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. A partir das informações levantadas, foi possível elaborar um quadro com principais elementos de entradas, etapas e saídas para este processo.

Como sugestões de trabalhos futuros, sugere-se um maior detalhamento dos elementos identificados, decompondo o quadro em atividades mais específicas, com definições de papéis e responsabilidades.

O processo de adoção e de difusão de tecnologias 4.0 no agronegócio pode contribuir cada vez mais com o aumento de eficiência, produtividade e sustentabilidade no agronegócio brasileiro, contribuindo com a competitividade do país, e precisa de estratégias e processos bem definidos para os avanços na cadeia produtiva.

Referências bibliográficas

- ABDI1. Mapeamento do ecossistema de inovação brasileiro. 2021. Disponível em: <https://agro40.abdi.com.br/SitePages/Layout/index.aspx>. Acessado em: 19/3/23.
- ABDI2. Guia de boas práticas do Programa Agro 4.0. 2022. Disponível em: <https://agro40.abdi.com.br/>. Acessado em 20/3/2023.
- BANCO MUNDIAL. Firm-Level Technology Adoption in the State of Ceará in Brazil. Finance, Competitiveness and Innovation Global Practice March 2021.
- BLANK, S. Do sonho à realização em 4 passos. Évora, 2015.
- CEPEA/CNA. PIB do agronegócio. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-do-Agronegocio-20set22-2.pdf>. 2022. Acesso em: 20/3/2023.
- CHURCHILL, G. A.; PETER, P. Marketing: Criando Valor para o Cliente. São Paulo: Editora Saraiva, 2ª edição, 2005, p. 213.
- EMBRAPA1. Trajetória da Agricultura Brasileira. 2018 Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>. Acessado em 19/3/23.
- EMBRAPA2. Retrato da agricultura digital brasileira. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acessado em: 19/3/23.
- FAO. How to Feed the World in 2050. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf. Acessado em 2/4/23.
- GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. Econometrica, New York, v. 25, n. 4, p. 501-522, 1957.
- IHRIG, K. Measuring Digital Readiness In Food Industry. School of Management and Business, Faculty of Economics and Business, University of Debrecen, HUNGARY. 2020. Disponível em: http://rosita.ro/jeat/archive/1_2020.pdf. Acessado em 2/4/2023.
- KOTLER, P. Administração de marketing: a edição do novo milênio. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.
- LAMB, Charles W. Jr., et al. Princípios de marketing. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- MCKINSEY1. A mente do agricultor brasileiro na era digital. 2022.

MCKINSEY2. A mente do agricultor brasileiro na era digital. 2021.

MOORE, Geoffrey. Atravessando o abismo. Rio de Janeiro, 2021 – 1º edição no Brasil. Ed. Alta Books.

ROGERS, M.E. Diffusion of innovations, 5nd ed., Free press, New York, 2003 (1ª edição: 1962).

SOUZA, H. M. et. al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.